

DWPX - (C) The Thomson Corp.

AN - 1977-J3485Y [41]

TI - Ultrasonic vibrator for atomising fluid has length of vibrator different from multiple of longitudinal wavelength

PA - (SIEI) SIEMENS AG

PN - DE2613614 A 19771006 DW1977-41 Ger \*

AP: 1975DE-5037772 19760331, 1976DE-2613614 19760330

- **DE2613614** B 19780914 DW1978-38 Ger

PR - 1976DE-2613614 19760330

AB - DE2613614 A

An ultrasonic vibrator (1) consists of a wedge-shaped body (4) with a plate (2) mounted on the apex. The base is formed from a wafer of piezo-ceramic (3) bonded between metal layer (30, 31) forming electrodes. These electrodes are connected by wires (130, 131) to a high frequency voltage (132). The vibrator is supported by side plates (10, 11) which are located along the vibration nodes. This vibrator is more efficient than the type described in the main patent due to the fact that the length (L) is so chosen that it differs from any odd multiple of the wavelength of any longitudinal waves generated in the body (4). The vibrator is intended for ultrasonic vibration of liquids in order to produce very fine atomisation.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

⑤

Int. Cl. 2:

**B 06 B 1/06**

⑱ **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

B 05 B 17/06

**DEUTSCHES**



**PATENTAMT**

**DT 26 13 614 A 1**

⑪

# **Offenlegungsschrift 26 13 614**

⑫

Aktenzeichen:

P 26 13 614.1

⑬

Anmeldetag:

30. 3. 76

⑭

Offenlegungstag:

6. 10. 77

⑳

Unionspriorität:

⑳ ㉑ ㉒

⑤④

Bezeichnung:

Ultraschall-Schwinger, geeignet zur Flüssigkeitszerstäubung

⑥①

Zusatz zu:

P 25 37 772.4

⑦①

Anmelder:

Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München

⑦②

Erfinder:

Drers, Wolf-Dietrich, Dipl.-Phys, 8000 München

**DT 26 13 614 A 1**

- 8 -

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Ultraschall-Schwinger, geeignet zur Flüssigkeitszerstäubung, mit einem Schwingungskörper, der in einer Achsenrichtung eine wenigstens im wesentlichen gleichbleibende Querschnittsform eines abgestumpften Keiles hat, mit einer zur Schwingungen anzuregenden Schwingerplatte, die sich an dem abgestumpften Ende des Schwingungskörpers befindet, und mit einer Anregungsplatte aus Piezokeramik, die an der am abgestumpften Ende gegenüberliegenden Grundfläche des Schwingungskörpers angeordnet ist, g e k e n n z e i c h n e t dadurch, daß die Länge des Schwingungskörpers mit Schwingerplatte und Anregungsplatte, gemessen in der axialen Richtung, verschieden von ungeradzahligen Vielfachen der halben Wellenlänge im Material des Schwingungskörpers einer Longitudinalschwingung in dieser axialen Richtung ist, wobei die Wellenlänge durch die vorgegebene Betriebs-Anregungsfrequenz oder Vielfache derselben bestimmt ist.
2. Ultraschall-Schwinger nach Anspruch 1, g e k e n n z e i c h n e t dadurch, daß die eine der beiden zur axialen Richtung im wesentlichen querstehenden Stirnflächen mit der Querschnittsform eines abgestumpften Keiles zur anderen gegenüberliegenden Stirnfläche geneigt ist.
3. Ultraschall-Schwinger nach Anspruch 2, g e k e n n z e i c h n e t dadurch, daß beide Stirnflächen zueinander und zur axialen Richtung geneigt sind.
4. Ultraschall-Schwinger nach Anspruch 2 oder 3, g e k e n n z e i c h n e t dadurch, daß die Neigung der einen oder der beiden Stirnflächen derart ist, daß die Longitudinalabmessung des Schwingungskörpers im Bereich des abgestumpften Endes des Schwingungskörpers kleiner bemessen ist als die longitudinale Abmessung im Bereich der Grundfläche.

2613614

SIEMENS AKTIENGESellschaft  
Berlin und München

Unser Zeichen  
VPA 76 P 7033 BRD

- 2. -

Ultraschall-Schwinger, geeignet zur Flüssigkeitszerstäubung.

Zusatz zu Patent . . . . .

(P 25 37 772.4)

Die Erfindung betrifft einen Ultraschall-Schwinger, wie er im Oberbegriff des Patentanspruches 1 und wie er im Hauptpatent (= Anmeldung) P 25 37 772.4 angegeben ist.

In der deutschen Patentschrift 2 032 433 ist ein Ultraschall-Schwinger beschrieben, der einen rotationssymmetrischen, kegelmstumpfförmigen Schwingungskörper mit am verjüngten Ende des Kegelmstumpfes befindlicher Schwingerplatte und an der gegenüberliegenden Seite befindlicher Anregungsplatte aus Piezokeramik hat. Dieser Ultraschall-Schwinger ist so bemessen, daß er bei Anregung mit einer elektrischen Spannung mit vorgegebener Frequenz Biegeschwingungen des Schwingungskörpers, zusammengenommen mit der Anregungsplatte, ausführt. Diese Schwingungsform mit Biegeschwingungen hat sich als außerordentlich vorteilhaft bezüglich hoher Schwingintensität, und damit hoher Zerstäuberleistung, und langer Lebensdauer erwiesen.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Ultraschall-Schwinger mit wesentlich vergrößerter Schwingungsleistung, insbesondere Zerstäuberleistung, anzugeben.

- 5 Diese Aufgabe wird durch einen wie im Oberbegriff des Patentanspruches 1 angegebenen Ultraschall-Schwinger gelöst, der erfindungsgemäß entsprechend dem Kennzeichen des Patentanspruches 1 ausgebildet ist. In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung angegeben.
- 10 .

Ein erster wesentlicher Schritt zur Lösung dieser Aufgabe ist durch den in einer nicht-vorveröffentlichten Patentanmeldung P 25 37 772.4 beschriebenen Ultraschall-Schwinger erreicht worden, der eine Form hat, wie sie aus Fig.1 hervorgeht. Wie ersichtlich, hat dieser Ultraschall-Schwinger 1 einen Schwingungskörper 4 in länglicher Form mit wenigstens im wesentlichen gleichbleibendem Querschnitt eines abgestumpften Keiles, d.h. eines Keiles ohne Spitze. Dieser Querschnitt ist bezüglich seiner Form vergleichbar mit dem Längsschnitt des kegelstumpfförmigen Ultraschall-Schwingers nach der deutschen Patentschrift 2 032 433. Anstelle der beim bekannten rotationssymmetrischen Ultraschall-Schwinger kreisrunden Schwingerplatte ist beim Ultraschall-Schwinger nach Fig.1 eine längliche Platte 2 vorgesehen, die vorzugsweise gleichlang wie der Schwingungskörper 4 ist. Mit 3 ist die Platte aus Piezokeramik bezeichnet, die auf beiden Seiten je eine Elektrode 30 und 31 hat, wovon die Elektrode 30 im Falle eines Schwingungskörpers 4 aus elektrisch leitendem Material die an die Platte 3 angrenzende Oberfläche des Materials sein kann. Vorzugsweise ist die Platte 3 an den Schwingungskörper 4 angeklebt, wozu bei Wegfall der Elektrode 30 bei elektrisch leitendem Schwingungskörper elektrisch leitfähiger Kleber vorzusehen ist.

- 35 Die Schwingerplatte 2 ist an den Schwingungskörper 4 über den relativ schmalen Steg am oberen verjüngten Ende des Schwingungs-

- 3 -

4.

körpers 4 angekoppelt. Vorzugsweise sind der Schwingungskörper 4 und die Schwingerplatte 2 einstückig miteinander verbunden. Insbesondere bestehen sie aus Metall. Für die Anregungsplatte aus Piezokeramik eignet sich insbesondere eine Bleizirkonat-Titanat-Keramik. Mit 130 und 131 sind Anschlußleitungen zum Anschluß einer elektrischen Anregungsspannung an die Elektroden 30, 31 der Anregungsplatte 3 bezeichnet.

Die flanschartigen Ansätze 10 und 11 dienen gemäß einer Ausgestaltung als Halter für den schwingenden Ultraschall-Schwinger. Die Ansätze 10 und 11 greifen am Schwingungskörper 4 im Bereich eines Knotens der Biegeschwingung an. Wie bereits erwähnt, schwingt der in Fig.1 dargestellte Ultraschall-Schwinger in Biegeschwingungen, die durch die Pfeile 40 und 41 angedeutet sind und die auf die Bewegungen der längsseitigen Ränder (in Fig.1 ist davon der Rand 141 zu sehen) hindeuten. Die Biegeschwingungen des Schwingungskörpers 4, zusammengekommen mit der Platte 3, übertragen eine Schwingungsanregung auf die Schwingerplatte 2, die Schwingbewegungen ausführt, wie sie durch die Doppelpfeile 20 und 21 angedeutet sind.

Der Ultraschall-Schwinger gemäß der älteren Patentanmeldung schwingt also ebenso wie der erfindungsgemäße Ultraschall-Schwinger beabsichtigterweise in einem Biegeschwingungs-Modus mit sogenannten zylindrischer Symmetrie bezüglich seiner mit dem Doppelpfeil 1 angedeuteten Längsrichtung. Die Frequenz der zwischen den Anschlußleitungen 130, 132 anzulegenden Anregungs-Wechselspannung und die Abmessungen, insbesondere die Abmessungen des Querschnittes, sind so bemessen, daß ein beabsichtigter Schwingungsmodus einer solchen Biegeschwingung Resonanz hat.

Wie in der älteren Patentanmeldung P 25 37 772.4 bereits beschrieben, läßt sich mit einem solchen Ultraschall-Schwinger eine hohe Schwingintensität, insbesondere Zerstäubungsintensität erreichen. Gerade für die Flüssigkeitszerstäubung kommt es darauf an, daß

- 4 -

5.

möglichst kleine Tröpfchen erzeugt werden, für die hohe Ultraschall-Frequenz zu bevorzugen ist. Hohe Ultraschall-Frequenz läßt sich aber - abgesehen von der Verwendung von Oberschwingungen hoher Ordnung, die infolge ihrer flächenmäßigen Verteilung der Schwingungsknoten und Schwingungsbäuche weniger geeignet sind - praktisch nur mit kleinen Bemessungen für die die Schwingungsfrequenz bestimmenden Körperabmessungen erreichen. Bei einem länglichen Schwinger der älteren Anmeldung ist dieses Prinzip zwar ebenfalls erfüllt, jedoch ist die für die Schwingungs-Resonanzfrequenz nur untergeordnet wesentliche Längsabmessung (in Richtung 1) gegenüber dem vorbekannten Ultraschall-Schwinger entscheidend vergrößert.

Schon beim Schwinger nach der älteren Anmeldung war durch zusätzliche Maßnahmen versucht und zum Teil <sup>weitgehend</sup> auch erreicht worden, solche zusätzlichen longitudinalen Schwingungsknoten zu unterdrücken, die zunächst fast zwangsläufig auftreten, aber vor allem in ihrer Wirkung nur schwer erkannt werden. Solche Längsschwingungen nehmen im Resonanzfall beträchtliche Anregungsenergie aus der Piezokeramik, die dann der gewollten Schwingungsintensität bzw. Zerstäuberleistung der Platte 2 entzogen ist.

Gemäß der Lehre der älteren Anmeldung hat man diese unerwünschte Eigenschaft des Ultraschall-Schwingers dadurch zu einem gewissen Grad eingedämmt, daß man seitliche Einschnitte oder wellenförmige Berandung der Platte 2 vorgesehen hat. Es hat sich aber gezeigt, daß wegen der begrenzten Kopplung zwischen dem eigentlichen Schwingungskörper 4, zusammengenommen mit der Platte 3 einerseits und der Schwingerplatte 2 andererseits, diese Maßnahmen nur einen begrenzten Erfolg erreichen lassen können.

Gemäß der vorliegenden Erfindung ist nun vorgesehen, daß die Längenabmessung L des Schwingers 1 in bezug auf die Frequenz der anregenden Wechselspannung 132 bzw. in bezug auf die die Biegefrequenz bestimmenden Abmessungen, insbesondere des Querschnitt



## .6.

des Schwingungskörpers 4 mit Schwingerplatte 3, so bemessen ist, daß eine durch diese Anregungsfrequenz ermöglichte Longitudinalschwingung in Schwingungskörper 4 keine Resonanz findet, d.h. daß die Länge L verschieden von einem ungeradzahligem Vielfachen  $(1, 3, 5 \dots)$  von  $\frac{\lambda}{2}$  ist  $L \neq n \cdot \frac{\lambda}{2}$ ;  $n = 1, 2, 3 \dots$ ; worin  $\lambda$  die Wellenlänge einer (gedachten) Longitudinalschwingung ist, die mit der für die Biegeschwingung vorgesehenen Anregungsfrequenz im Schwingungskörper angeregt werden könnte. Für  $\lambda$  ist die Wellenlänge im Material dieses Körpers 4 anzusetzen. Die Längenabmessung L ist also gewählt, daß der Körper 4 für eine derartige Longitudinalschwingung bei gegebener Anregungsfrequenz für die gewollte Biegeschwingung "außer Resonanz" ist.

Noch besserer Erfolg wird erzielt, wenn auch wenigstens eine der (Querschnitts-)Stirnflächen 400 des Ultraschall-Schwingers zur longitudinalen Achse 1 desselben und zur gegenüberliegenden Stirnfläche 401 geneigt ist. Insbesondere können beide Stirnflächen 400, 401 zueinander und zu der longitudinalen Achse 1 geneigt sein, wie dies bei dem speziellen Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 zu sehen ist. Mit dieser Maßnahme ergibt sich, daß keine einheitliche Bemessung für L vorliegt, vielmehr zonenweise unterschiedliche Werte für L auftreten.

9.

**26 13 614**

**B 06 B 1/06**

**30. März 1976**

6. Oktober 1977

VPA

